

94 A 1540



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 44 27 515 C 1

51 Int. Cl.⁸:
H 01 L 25/065
H 01 L 21/58
H 01 L 21/784
H 01 L 49/02

21 Aktenzeichen: P 44 27 515.3-33
22 Anmeldetag: 3. 8. 94
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 8. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Hübner, Holger, Dr., 85598 Baldham, DE

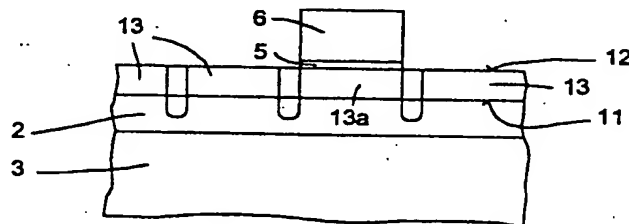
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 08 705 A1
US 52 50 843

54 Verfahren zur Herstellung einer dreidimensionalen Schaltungsanordnung

57 Verfahren zur Herstellung einer dreidimensionalen Schaltungsanordnung.

Eine Bauelemente (13) umfassende Substratscheibe wird auf eine Trägerplatte (3) aufgebracht und von der Rückseite her gedünnt. Nach Erzeugung einer Photolackmaske auf der Rückseite der Substratscheibe wird diese in einem Ätzprozeß in einzelne Bauelemente (13) vereinzelt. Nach Entfernen der Photolackmaske wird auf mindestens eines der einzelnen Bauelemente (13) ein weiteres Bauelement (6), insbesondere ein Bauelementstapel, aufgebracht und fest mit dem einzelnen Bauelement (13a) verbunden.



DE 44 27 515 C 1

DE 44 27 515 C 1

Bei der kubischen Integration werden dreidimensionale Schaltungsanordnungen als Bauelementstapel realisiert. In einem Bauelementstapel sind vereinzelte Bauelemente übereinander gestapelt und fest miteinander verbunden. Die einzelnen Bauelemente umfassen dabei jeweils integrierte Schaltungen, Sensor-Aktuator-Anordnungen und/oder passive Bauelemente. Die einzelnen Bauelemente können dabei in unterschiedlichen Technologien hergestellt sein. Untereinander sind die verschiedenen Bauelemente durch vertikale Kontakte miteinander elektrisch verbunden.

Bei der Herstellung einer solchen dreidimensionalen Schaltungsanordnung werden zunächst die Bauelemente in üblicher Weise in einem Substrat hergestellt. Zum Zusammenfügen der Bauelementstapel gibt es dann prinzipiell zwei Möglichkeiten:

Zum einen können die Bauelemente zunächst alle vereinzelt werden und dann zum Stapel zusammengefügt. Dies erfolgt in der Regel so, daß ein Substrat, das ein dem Stapel hinzuzufügendes weiteres Bauelement umfaßt, mit der Vorderseite auf eine stabile Trägerplatte aufgeklebt wird. Von der Rückseite her wird das Substrat bis auf etwa 10 µm gedünnt. Dann wird das Substrat in die einzelnen Bauelemente vereinzelt. Das vereinzelte Bauelement wird dann auf ein Bauelement oder einen Bauelementstapel aufgesetzt. Das aufgesetzte Bauelement wird mit dem Bauelement oder Bauelementstapel mechanisch und elektrisch verbunden. Der dabei entstandene Bauelementstapel wird von der Trägerplatte abgelöst und in analoger Weise mit weiteren Bauelementen verbunden.

Zum anderen wird das Substrat, das ein einem Stapel hinzuzufügendes Bauelement umfaßt, erst nach der mechanischen Befestigung vereinzelt. Dazu wird das Substrat mit der Vorderseite auf eine Trägerplatte aufgeklebt und von der Rückseite her gedünnt. Anschließend wird das Bauelement oder der Bauelementstapel kopfüber auf das Substrat gesetzt und mit diesem mechanisch und elektrisch verbunden. Erst dann erfolgt die Vereinzelung in einzelne Bauelementstapel.

Die Vereinzelung von Substraten in einzelne Bauelemente erfolgt in der Mikroelektronik durch Zersägen. Bei dem ersten Verfahren erfolgt das Zersägen des Substrats unmittelbar, bevor die Bauelemente aufgesetzt werden. Verunreinigungen, die beim Zersägen des Substrats entstehen, müssen vor der mechanischen Verbindung von der Oberfläche der Bauelemente entfernt werden.

Werden die Bauelemente mit Hilfe eines Klebers untereinander mechanisch verbunden, so wird in der Regel der Kleber vor dem Vereinzeln aufgebracht. Nach der Reinigung von Verunreinigungen, die beim Sägen entstanden sind, muß dann die Oberfläche des Klebers reaktiviert werden.

Ferner muß beim Vereinzeln des Substrats die Trägerplatte auch zerteilt werden. Das Material der Trägerplatte muß daher so gewählt werden, daß es sich mit derselben Säge wie die gedünnte Substratscheibe trennen lassen muß. Darüber hinaus wird in diesem Fall die Trägerplatte beim Hinzufügen jeder Bauelementebene verbraucht.

Bei dem zweiten Verfahren erfolgt die Vereinzelung des Substrats erst nach der mechanischen Verbindung mit dem zu ergänzenden Bauelementstapel. Beim Zerteilen des Substrats muß hier ebenfalls die Trägerplatte zerteilt werden. Das Material für die Trägerplatte muß

daher ebenfalls auf das Substratmaterial abgestimmt werden. Da in diesem Fall auf dem Substrat Bauelementstapel angeordnet sind, die jeweils aus gedünnten Ebenen bestehen und sehr bruchanfällig sind, muß vermieden werden, daß die Säge den Rand der Stapel berührt. Es muß daher bei jedem Schritt ein Mindestabstand der Sägekante zur Stapelkante eingehalten werden. Dadurch wird die Platzausnutzung auf dem Substrat und damit die Materialausnutzung des Substrats und der Trägerplatte begrenzt. Auch in diesem Fall muß für jede hinzuzufügende Bauelementebene eine neue Trägerplatte verwendet werden, da diese beim Vereinzeln verteilt wird.

Aus US 5 250 843 ist ein Multichipmodul mit integrierten Schaltungen bekannt. Dieses umfaßt auf einem Substrat mit einer flachen Oberfläche mehrere Chips mit integrierten Schaltungen. Die Chips sind auf der flachen Oberfläche aufgeklebt. Ein Polymer bedeckt und umhüllt die Chips vollständig. In dem Polymer sind eine Vielzahl von Kontaktlöchern geöffnet, über die mittels einer Verbindungsmetallisierungsschicht Verbindungen zwischen den verschiedenen Chips hergestellt werden. Die Kontaktlöcher reichen jeweils auf Anschlußflecken der jeweiligen Chips. Die Chips sind auf dem Substrat nebeneinander angeordnet. Die Öffnung der Kontaktlöcher und die Strukturierung der Verbindungsmetallisierungsschicht erfolgt mit Hilfe photolithographischer Verfahren. Vor der Öffnung der Kontaktlöcher kann die umhüllende Polymerschicht gedünnt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer dreidimensionalen Schaltungsanordnung anzugeben, bei dem ein Splittern von gedünnten Substratscheiben vermieden wird. Insbesondere soll eine bessere Materialausnutzung von Substrat und Trägerplatte erzielt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den übrigen Ansprüchen hervor.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Substratscheibe, die in einer ersten Hauptfläche Bauelemente umfaßt, mit der ersten Hauptfläche auf eine Trägerplatte aufgeklebt. Die Substratscheibe wird von einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Hauptfläche her gedünnt. Anschließend wird auf der zweiten Hauptfläche eine Photolackmaske erzeugt, die in einem nachfolgenden Ätzprozeß als Ätzmaske verwendet wird. In dem Ätzprozeß wird die Substratscheibe in einzelne Bauelemente vereinzelt. Die Bauelemente sind über die Klebstoffschicht mit der Trägerplatte weiterhin verbunden. Die Photolackmaske wird so erzeugt, daß sie diejenigen Bereiche der Substratscheibe, in denen Bauelemente angeordnet sind, vor dem Ätzangriff schützt. Nach Entfernen der Photolackmaske wird auf mindestens einem der einzelnen Bauelemente mindestens ein weiteres Bauelement angeordnet und mit diesem fest zu einem Bauelementstapel verbunden. Das weitere Bauelement kann dabei selber ein Bauelementstapel sein. Da die Substratscheibe in einem Ätzprozeß vereinzelt wird, wird ein Splittern der Substratscheibe, wie es beim Sägen auftritt, sicher vermieden.

Da in dem erfindungsgemäßen Verfahren beim Vereinzeln der Substratscheibe nur die Substratscheibe selber zerteilt wird, kann das Material für die Trägerplatte frei gewählt werden. Der fertige Bauelementstapel kann anschließend durch Zersägen der Trägerplatte vereinzelt werden.

Gemäß einer anderen, besonders vorteilhaften Ausführungsform wird der Bauelementstapel von der ganzen Trägerplatte abgelöst. Die Trägerplatte wird in diesem Fall nicht verbraucht, so daß auch teurere Materialien wie zum Beispiel Keramik für die Trägerplatte in Frage kommen. Insbesondere liegt es im Rahmen der Erfindung, die Trägerplatte aus einem UV-durchlässigen Material zum Beispiel Quarzglas vorzusehen und zum Ablösen des fertigen Bauelementstapels von der Trägerplatte die Klebstoffschicht durch UV-Bestrahlung durch die Trägerplatte hindurch zu versprühen und damit aufzulösen. Wird der Bauelementstapel mit einem Lösungsmittel abgelöst, so wirkt dieses über die im Ätzprozeß geöffneten Spalten zwischen benachbarten Bauelementstapeln ein.

Das Vereinzeln von integrierte Schaltungen umfassenden Substratscheiben in einem anisotropen Ätzprozeß ist zwar schon in DE 43 08 705 A1 vorgeschlagen worden, um Chips mit einer durch ein Sägeverfahren nicht zu realisierenden, beliebigen Form zu erzeugen. Das Problem des Splitters von gedünnten Substratscheiben und des Materialverbrauchs bei der kubischen Integration ist dort jedoch nicht angesprochen worden.

Da die Substratscheibendicke nach dem Dünnen vorzugsweise 5 µm bis 20 µm beträgt, kann der Ätzprozeß zur Vereinzelnung der Substratscheibe sowohl naßchemisch als auch als Plasmaätzprozeß durchgeführt werden. Beim naßchemischen Ätzen kommt es zu einer Unterätzung in der Größenordnung der Substratscheibendicke, die z. B. etwa 10 µm beträgt. Der Abstand zwischen benachbarten Bauelementen in der Substratscheibe muß im Fall des naßchemischen Ätzens entsprechend groß gewählt werden. Übliche Abstände zu den Bauelementen auf einer Substratscheibe in der Siliziumtechnologie betragen 100 µm, so daß die Schichtdicke von 10 µm keine Einschränkung in dieser Hinsicht darstellt. Durch Einsatz eines Plasmaätzprozesses zur Vereinzelnung der Substratscheibe kann im Fall einer Siliziumscheibe erhöhte Sauberkeit gewährleistet werden. Dieses geht jedoch auf Kosten der Ätzzeit.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, die Photolackmaske durch Aufschleudern einer Photolackschicht auf die zweite Hauptfläche, Belichtung der Photolackschicht mit einer zu den Bauelementen justierten Lithographie und Entwicklung der Photolackschicht zu erzeugen. Die Justierung der Lithographie kann insbesondere auf die sichtbaren Kontaktflächen erfolgen.

Die Verbindung zwischen den Bauelementen im Bauelementstapel kann sowohl mit Hilfe von Klebstoff, zum Beispiel Schmelzkleber oder Polyimid, als auch durch Verlöten von auf den Grenzflächen aufgetragenen Metallflächen erfolgen.

Nach dem Dünnschleifen der Substratscheibe von der zweiten Hauptfläche her können zunächst weitere Rückseitenprozesse durchgeführt werden, wie zum Beispiel das Öffnen von Kontaktlöchern von der zweiten Hauptfläche her, die auf Verdrahtungsebenen der Bauelemente reichen und über die eine elektrische Kontaktierung zwischen im Stapel benachbarten Bauelementen realisiert wird.

Das Verfahren ist besonders vorteilhaft einsetzbar bei Verwendung von in Halbleitersubstraten realisierten Bauelementen, da bei Halbleitersubstraten eine besonders große Splittergefahr bei der Bearbeitung mit Trennsägen besteht.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispiels und der Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Trägerplatte mit einer gedünnten

Substratscheibe und einer Photolackmaske.

Fig. 2 zeigt die Substratscheibe nach Vereinzeln in einzelne Bauelemente und dem Aufbringen eines Bauelementstapels.

Eine Substratscheibe 1 aus zum Beispiel monokristallinem Silizium, die im Bereich einer ersten Hauptfläche 11 Bauelemente umfaßt, wird mit Hilfe einer Klebstoffschicht 2 auf eine Trägerplatte 3 aufgebracht. Die Bauelemente, die die Substratscheibe 1 im Bereich der ersten Hauptfläche 11 umfaßt und die der Übersichtlichkeit halber nicht im einzelnen dargestellt sind, umfassen integrierte Schaltungen und/oder Sensor- und Aktuatorstrukturen. Die Trägerplatte 3 besteht zum Beispiel aus Quarzglas. Als Klebstoffschicht 2 wird zum Beispiel Schmelzkleber verwendet.

Von einer zweiten Hauptfläche 12, die der ersten Hauptfläche 11 gegenüberliegt, her wird die Substratscheibe 1 zum Beispiel durch Dünnschleifen gedünnt. Senkrecht zur ersten Hauptfläche 11 weist die Substratscheibe 1 nach dem Dünnen eine Dicke von 5 bis 20 µm, vorzugsweise 10 µm auf. Auf die zweite Hauptfläche 12 wird anschließend eine Photolackmaske 4 aufgebracht (siehe Fig. 1).

Die Photolackmaske 4 wird vorzugsweise durch Aufschleudern einer Photolackschicht auf die zweite Hauptfläche 12 der Substratscheibe 1, Belichtung der Photolackschicht mit einer zu den Bauelementen justierten Lithographie und Entwicklung der Photolackschicht erzeugt. Die Photolackmaske 4 bedeckt diejenigen Bereiche der zweiten Hauptfläche 12 der Substratscheibe 1, unter denen Bauelemente angeordnet sind. Zwischen benachbarten Bauelementen in der Substratscheibe 1 weist die Photolackmaske 4 Öffnungen 41 auf.

In einem Ätzprozeß, zum Beispiel naßchemisch mit Ätzlösungen auf Chromat-Flußsäure-Basis (nach Secco oder Schimmel), wird nun die Substratscheibe 1 in einzelne Bauelemente 13 vereinzelt (siehe Fig. 2). Alternativ wird als Ätzprozeß ein Plasmaätzprozeß eingesetzt. Besonders geeignet ist reaktives Ionenätzen (RIE) mit Chlorgas, weil dieser bezüglich Verunreinigungen und Ätzdauer optimiert ist.

In dem Ätzprozeß wird die Substratscheibe 1 vollständig durchtrennt, der Ätzprozeß wird erst unterbrochen, wenn mindestens die Oberfläche der Klebstoffschicht 2 freigelegt ist.

Nach Entfernen der Photolackmaske 4 wird auf mindestens ein Bauelement 13a der Bauelemente 13 eine Haftschrift 5 und darauf ein weiteres Bauelement 6 aufgebracht. Das weitere Bauelement 6 wird über die Haftschrift 5 fest mit dem zuerst genannten Bauelement 13a verbunden. Als Haftschrift 5 ist zum Beispiel eine Polyimidschicht geeignet oder eine Lotmetallschicht, die in einem Lötschritt über auf den Grenzflächen der Bauelemente 13a und 6 aufgetragenen Metallflächen eine feste mechanische Verbindung bildet. Das weitere Bauelement 6 kann als Bauelementstapel aus mehreren untereinander mechanisch und elektrisch verbundenen Bauelementen bestehen. Der aus Bauelement 13a und weiterem Bauelement 6 gebildete Bauelementstapel ist über die Klebstoffschicht 2 nach wie vor fest mit der Trägerplatte 3 verbunden. Durch Lösen der Klebstoffschicht 2 wird der Bauelementstapel 13a, 6 von der Trägerplatte 3 entfernt.

Das Lösen der Klebstoffschicht 2 erfolgt vorzugsweise durch eine rückseitige Bestrahlung mit UV-Licht, bei der die Klebstoffschicht 2 versprüdet. Dazu ist es erforderlich, daß die Trägerplatte 3 UV-durchlässig ist.

Alternativ wird die Klebstoffschicht 2 mit Hilfe eines

Lösungsmittels, vorzugsweise Azeton, abgelöst.

In der praktischen Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorteilhaft, auf sämtliche funktionsfähige Bauelemente 13 gleichzeitig eine Haftschrift 5 aufzubringen, auf der Bauelemente oder Bauelementstapel 6 angeordnet werden. Nach der mechanischen Verbindung der dabei entstandenen Bauelementstapel werden diese durch Auflösen der Klebstoffschicht 2 zum Beispiel durch UV-Bestrahlung gleichzeitig von der Trägerplatte 3 entfernt.

Die Trägerplatte 3 wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht beschädigt, sie kann für das Aufbringen weiterer Bauelementebenen auf den Bauelementstapel weiter verwendet werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer dreidimensionalen Schaltungsanordnung,

- bei dem eine in einer ersten Hauptfläche (11) Bauelemente umfassende Substratscheibe (1) mit der ersten Hauptfläche (11) über eine Klebstoffschicht (2) auf eine Trägerplatte (3) aufgeklebt wird,
- bei dem die Substratscheibe (1) von einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Hauptfläche (12) her gedünnt wird,
- bei dem auf der zweiten Hauptfläche (12) eine Photolackmaske (4) erzeugt wird,
- bei dem die Substratscheibe (1) in einem Ätzprozeß in einzelne Bauelemente (13) vereinzelt wird, die mit der Trägerplatte (3) verbunden sind,
- bei dem nach Entfernen der Photolackmaske (4) auf mindestens einem der einzelnen Bauelemente (13a) mindestens ein weiteres Bauelement (6) angeordnet und mit diesem zu einem Bauelementstapel (13a, 6) fest verbunden wird,
- bei dem der Bauelementstapel (13a, 6) von der Trägerplatte (3) abgelöst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als weiteres Bauelement (6) ein Stapel aufgebracht wird, der mindestens zwei übereinander gestapelte Bauelemente umfaßt, die fest miteinander verbunden sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Photolackmaske (4) durch Aufschleudern einer Photolackschicht, Belichtung der Photolackschicht mit einer zu den Bauelementen justierten Lithographie und Entwicklung der Photolackschicht erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Ätzprozeß zur Vereinzelung der Substratscheibe (1) naßchemisch durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Ätzprozeß zur Vereinzelung der Substratscheibe (1) als Plasmaätzprozeß durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

- bei dem die Trägerplatte UV-durchlässig ist,
- bei dem zum Ablösen des Bauelementstapels (13a, 6) von der Trägerplatte (3) die Klebstoffschicht (2) durch UV-Bestrahlung versprödet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Trägerplatte (3) aus Quarzglas und die Klebstoffschicht (2) aus Schmelzkleber gebildet werden.

- Leerseite -

AS 12.1

FIG 1

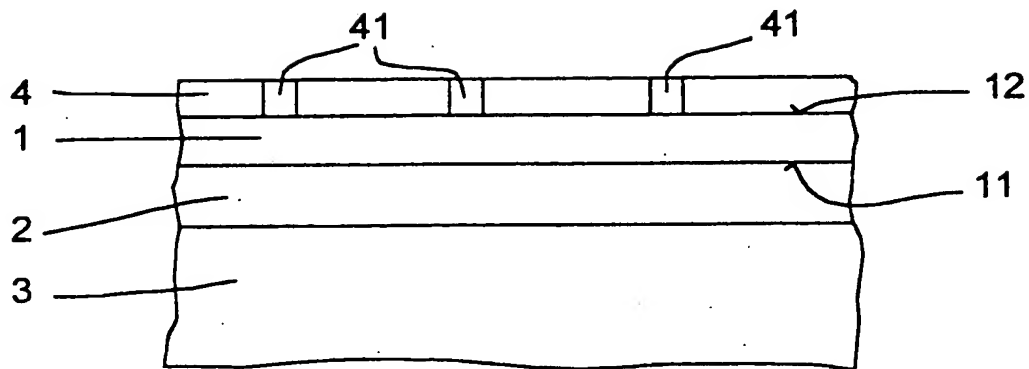
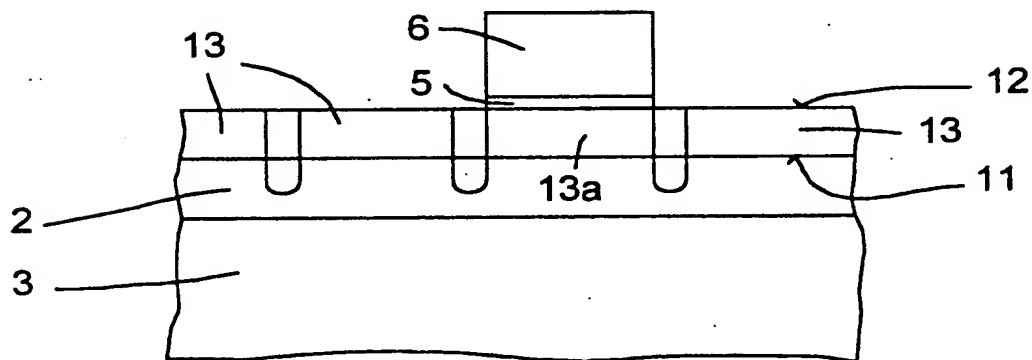


FIG 2



DOCKET NO: 1999P1778

SERIAL NO: _____

APPLICANT: Andreas Lux et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100